

SOLUSI URUTAN Pengerjaan *JOB* YANG TEPAT DENGAN METODE CAMPBELL-DUDEK-SMITH (CDS) (Studi Kasus : Pabrik Es PT. XYZ, Kabupaten Luwuk, Sulawesi Tengah)

Hendy Tannady*), Steven, Andrew Verrayo Limas

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi & Desain, Universitas Bunda Mulia
Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Binus University

Abstrak

Efektif diperlukan untuk mencapai target organisasi, tetapi efektif tanpa efisiensi merupakan *blunder* organisasi, dampak minimalnya adalah keuntungan yang diperoleh tidak akan maksimal, sedangkan terparahnya adalah *outcome* yang lebih besar dibandingkan dengan *revenue* yang diperoleh, dampak ini tidak lain adalah implikasi dari tidak efisiennya penggunaan sumberdaya yang dimiliki, baik sumberdaya manusia, material, mesin, waktu, dan lain sebagainya. Penelitian di pabrik es batu ini membahas tentang aplikasi dari metode CDS untuk meningkatkan efisiensi dari perancangan urutan kedatangan *Job*, dimana pada penelitian ini *job* yang dimaksud adalah kedatangan *job* atas spesifikasi pesanan jenis es batu yang berbeda namun menggunakan rangkaian mesin yang sama, selain mengetahui jumlah mesin dan *job* serta jumlah dan urutan proses produksinya, penelitian juga menghitung waktu proses setiap *job* di dalam setiap mesin. Hasil dari penelitian ini adalah masukan untuk perusahaan berupa urutan pengerjaan *job* yang paling efisien dari segi waktu, dimana urutan terbaik adalah J3-J6-J7-J2-J1-J5-J4, dengan nilai *makespan* 69, dan *total flow time* 344.

Kata Kunci: efisiensi, metode CDS, urutan *job*

Abstract

Effectively is necessary needed to achieve organizational goals, but effectively without efficiency is a *blunder* for any organizations, the lowest impact is benefits received would not maximal, while the highest impact is where the outcome is greater than the revenue obtained, those impacts is effects of inefficient used of resources owned, such as human, material, machinery, time, and so forth. This research located at the ice factory focused about the application of the CDS method to improve the efficiency of the sequential design of job arrival, where on this research, job defined as the arrival of jobs refer to different ice specification orders, but use the similar machinery series, in addition to knowing the number of machines and job, total number and sequence of the production process, the study also calculates the processing time of each job in each machine. The results of this research is the input for company constitute the most efficient jobs sequential, where the best sequential is J3-J6-J7-J2-J1-J5-J4, with *makespan* 69, and *total flow time* 344.

Keywords: efficiency, CDS method, job sequential

Pendahuluan

Definisi

Penjadwalan secara umum dapat diartikan seperti : “*Scheduling is the allocation of resources overtime to perform collection of risk*”, yang artinya penjadwalan adalah pengalokasian sumberdaya yang terbatas untuk mengerjakan sejumlah pekerjaan (Baker, 1974). Penjadwalan adalah pengurutan

pembuatan/pengerjaan produk secara menyeluruh yang dikerjakan pada beberapa buah mesin (Rosnani, 2009). Menurut Pinedo (1995) penjadwalan berhubungan dengan alokasi sumber daya yang terbatas terhadap pekerjaan yang datang secara berlebihan. Dalam menyingkapi situasi ini, memenuhi kebutuhan, permintaan dari *costumer* baik sesuai dengan kriteria dan *standard* yang telah ditetapkan memang sangatlah mutlak diperlukan, namun ketika konteks pembahasan sudah mencapai kesinambungan yang menjadi target, peran efisien dalam setiap sendi operasional industri sudah harus diaplikasikan. Dalam implementasinya, permasalahan

*) Penulis Korespondensi.
email: hendytannady@yahoo.com

muncul apabila pada operasi tertentu lebih dari satu (1) pekerjaan (*job*) membutuhkan stasiun kerja yang sama. Dengan dilakukan pengurutan pekerjaan, unit-unit produksi dapat dimanfaatkan secara optimum. Definisi dari penjadwalan tidak terbatas pada penjadwalan mesin, tetapi meliputi unit-unit produksi, seperti yang dikemukakan didalam buku *Heuristic Scheduling System* oleh Thomas E. Morton berikut ini “.....each activity requires certain amounts of specified resources for a specified time called the process time. Resources also have elementary parts called machine, cells, transport, delay and so on”. Pekerjaan-pekerjaan yang merupakan alokasi kapasitas untuk *order-order*, penugasan prioritas, dan pengendalian jadwal membutuhkan informasi terperinci yang akan menyatakan input dari sistem penjadwalan (Arman, 1999).

Menurut Bedworth (Bedworth, 1987), mengidentifikasi beberapa tujuan dari aktivitas penjadwalan adalah sebagai berikut :

1. Meningkatkan penggunaan sumberdaya atau mengurangi waktu tunggu, sehingga total waktu proses dapat berkurang, dan produktivitas dapat meningkat.
2. Mengurangi persediaan barang setengah jadi atau mengurangi sejumlah pekerjaan yang menunggu dalam antrian ketika sumberdaya yang ada masih mengerjakan tugas yang lain. Teori *Baker* mengatakan, jika aliran kerja suatu jadwal konstan, maka antrian yang mengurangi rata-rata waktu alir akan mengurangi rata-rata persediaan barang setengah jadi.
3. Mengurangi beberapa kelambatan pada pekerjaan yang mempunyai batas waktu penyelesaian sehingga akan meminimasi *penalty cost*.
4. Membantu pengambilan keputusan mengenai perencanaan kapasitas pabrik dan jenis kapasitas yang dibutuhkan sehingga penambahan biaya yang mahal dapat dihindarkan.

Metode

Model Kasus

Sistem produksi yang dimiliki atau dibahas pada penelitian ini adalah menggunakan pola *flowshop* dengan 6 rangkaian mesin atau *flowshop-5 stage*. 6 rangkaian terdiri dari 5 unit fabrikasi dan 1 unit *cold storage*. Unit *cold storage* yang digunakan memiliki

kapasitas besar yang dapat menampung keseluruhan *job* yang datang dengan catatan waktu sampai hasil akhir produksi tersebut terjual. Pembahasan perhitungan yang digunakan hanya melibatkan 5 *stage* fabrikasi, karena pada 5 *stage* awal inilah terjadi keterbatasan mesin dan waktu terhadap kuantitas kedatangan *job*. *Job* pada penelitian ini didefinisikan sebagai jenis permintaan es yang datang dan memiliki dimensi bentuk dan ukuran yang berbeda. Gambar 1 memperlihatkan aliran bahan hingga menuju *cold storage*.

Metode Campbell- Dudek-Smith (CDS)

Metode oleh H.G. Campbell, R.A. Dudek dan M.L. Smith yang didasarkan atas algoritma Johnson. Metode CDS memecahkan persoalan *n job* pada *m* mesin *flow shop* ke dalam *m-1* set persoalan dua mesin *flow shop* dengan membagi *m* mesin ke dalam dua grup, kemudian pengurutan *job* pada kedua mesin tadi menggunakan algoritma Johnson. Setelah diperoleh *m-1* alternatif urutan *job*, kemudian dipilih urutan dengan nilai *makespan* terkecil.

Setiap pekerjaan atau *job* yang akan diselesaikan harus melewati proses pada masing-masing mesin. Pada penjadwalan ini diusahakan untuk mendapatkan harga *makespan* yang terkecil dari (*m-1*) probabilitas penjadwalan. Penjadwalan dengan *makespan* yang terkecil merupakan urutan pengerjaan *job* yang terbaik (Rosnani, 2009).

Untuk penjadwalan dengan algoritma Johnson, dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Ambil penjadwalan pertama (*k=1*). Untuk seluruh *job* yang ada, cari harga $t^*_{i,1}$ dan $t^*_{i,2}$ yang minimum merupakan waktu proses mesin 1 dan 2, dimana $t^*_{i,1} = t_{i,1}$ dan $t^*_{i,2} = t_{i,2}$.
2. Jika waktu min. didapat pada $t_{i,1}$, tempatkan diawal deret penjadwalan, dan apabila $t_{i,2}$, maka ditempatkan diakhir penjadwalan.
3. Pindahkanlah *jobs* kedalam bentuk deret penjadwalan. Jika ada *job* tersisa ulangi langkah a, bila tidak penjadwalan telah selesai, waktu proses mesin satu (1) ($t^*_{i,1}$) dan mesin dua (2) ($t^*_{i,2}$) pada penjadwalan ke - *k* :

$$t^*_{i,1} = \sum_{k=1}^k t_{i,k}$$

$$t^*_{i,2} = \sum_{k=1}^k t_{i,m-k+1}$$

Jika jadwal ke-*k* = (*m-1*) sudah tercapai berarti penjadwalan *job* sudah selesai.



Gambar 1. Sistem Produksi *Flowshop-5-Stage*

Hasil Dan Pembahasan Pengumpulan Data

Tabel 1 memperlihatkan data jenis *job* yang diwakilkan dengan notasi J1- J2- J3- J4- J5- J6- J7, data jenis mesin yang diwakilkan notasi M1-M2-M3-M4-M5 dan data waktu proses setiap *job* disetiap mesin.

Tabel 1. Data *Job*, Mesin dan Waktu Proses

	Job						
	1	2	3	4	5	6	7
	Mesin						
1	5	7	5	9	8	6	7
2	8	3	6	5	4	7	5
3	7	7	5	8	7	2	5
4	4	9	6	7	5	6	2
5	4	5	8	2	4	8	6

Pembahasan

Pembahasan dilakukan kedalam empat (4) tahapan literasi, yakni : 1) M1 dan M5, 2) M1+M2 dan M4+M5, 3) M1+M2+M3 dan M3+M4+M5, dan 4) M1+M2+M3+M4 dan M2+M3+M4+M5. Tabel 2 memperlihatkan data *makespan* alternatif satu (1) dari literasi M1+M5.

Tabel 2. *Makespan* dan *Flowtime* Alternatif 1 Literasi 1

Alt 1	Urutan Job						
	3	6	7	2	1	5	4
M1	5	11	18	25	30	38	47
M2	11	18	23	28	38	42	52
M3	16	20	28	35	45	52	60
M4	22	28	30	44	49	57	67
M5	30	38	44	49	53	61	69
Total Flow Time : 344							

Tabel 3 memperlihatkan data *makespan* alternatif dua (2) dari literasi M1+M5.

Tabel 3. *Makespan* dan *Flowtime* Alternatif 2 Literasi 1

Alt 2	Urutan Job						
	3	6	7	2	5	1	4
M1	5	11	18	25	33	38	47
M2	11	18	23	28	37	46	52
M3	16	20	28	35	44	53	61
M4	22	28	30	44	49	57	68
M5	30	38	44	49	53	61	70
Total Flow Time : 345							

Tabel 4 memperlihatkan data *makespan* alternatif satu (1) dari literasi M1+M2 dan M4+M5.

Tabel 4. *Makespan* dan *Flowtime* Alternatif 1 Literasi 2

Alt 1	Urutan Job						
	2	3	6	4	5	1	7
M1	7	12	18	27	35	40	47
M2	10	18	25	32	39	48	53
M3	17	23	27	40	47	55	60
M4	26	32	38	47	52	59	62
M5	31	40	48	50	56	63	69
Total Flow Time : 357							

Tabel 5 memperlihatkan data *makespan* alternatif dua (2) dari literasi M1+M2 dan M4+M5.

Tabel 5. *Makespan* dan *Flowtime* Alternatif 2 Literasi 2

Alt 2	Urutan Job						
	2	3	6	4	5	7	1
M1	7	12	18	27	35	42	47
M2	15	21	28	33	39	47	55
M3	22	27	30	41	48	53	62
M4	26	33	39	48	53	55	66
M5	30	41	49	51	57	63	70
Total Flow Time : 361							

Tabel 6. *Makespan* dan *Flowtime* Alternatif 3 Literasi 2

Alt 3	Urutan Job						
	2	3	6	5	4	1	7
M1	7	12	18	26	35	40	47
M2	10	18	25	30	40	48	53
M3	17	23	27	37	48	55	60
M4	26	32	38	43	55	59	62
M5	31	40	48	52	57	63	69
Total Flow Time : 360							

Tabel 7. *Makespan* dan *Flowtime* Alternatif 4 Literasi 2

Alt 4	Urutan Job						
	2	3	6	5	4	7	1
M1	7	12	18	26	35	42	47
M2	10	18	25	30	40	47	55
M3	17	23	27	37	48	53	62
M4	26	32	38	43	55	57	66
M5	31	40	48	52	57	63	70
Total Flow Time : 361							

Tabel 8. *Makespan* dan *Flowtime* Alternatif 1 Literasi 3

Alt 1	Urutan Job						
	6	3	2	4	5	1	7
M1	6	11	18	27	35	40	47
M2	13	19	22	32	39	48	53
M3	15	19	29	40	47	55	60
M4	21	27	38	47	52	59	62
M5	29	37	43	49	56	63	69
<i>Total Flow Time : 346</i>							

Tabel 9. *Makespan* dan *Flowtime* Alternatif 1 Literasi 4

Alt 1	Urutan Job						
	3	2	1	4	6	5	7
M1	5	12	17	26	32	40	47
M2	11	12	25	31	39	44	52
M3	16	23	32	40	42	51	57
M4	22	23	36	47	53	58	60
M5	30	35	40	49	61	65	71
<i>Total Flow Time : 351</i>							

Tabel 6 memperlihatkan data *makespan* alternatif tiga (3) dari literasi M1+M2 dan M4+M5.

Tabel 7 memperlihatkan data *makespan* alternatif empat (4) dari literasi M1+M2 dan M4+M5.

Tabel 8 memperlihatkan data *makespan* alternatif satu (1) dari literasi M1+M2+M3 dan M3+M4+M5.

Tabel 9 memperlihatkan data *makespan* alternatif satu (1) dari literasi M1+M2+M3+M4 dan M2+M3+M4+M5.

Kesimpulan

Dari perhitungan yang telah dilakukan dengan menggunakan metoda *Campbel-Dudek-Smith* (CDS),

diperoleh 4 tahapan literasi, dimana dari empat tahapan tersebut diperoleh delapan (8) alternatif urutan *job*, urutan *job* yang paling efisien adalah urutan *job* J3-J6-J7-J2-J1-J5-J4, dimana parameter efisien diambil berdasarkan nilai *makespan* dan *total flow time*, rangkaian urutan *job* J3-J6-J7-J2-J1-J5-J4 memiliki nilai *makespan* 69 dan *total flow time* 344 dan merupakan urutan *job* dengan nilai *makespan* dan *total flow time* yang terkecil dari tujuh (7) urutan *job* merupakan *output* hasil formulasi metode CDS.

Tabel 6 memperlihatkan data *makespan* alternatif tiga (3) dari literasi M1+M2 dan M4+M5.

Tabel 7 memperlihatkan data *makespan* alternatif empat (4) dari literasi M1+M2 dan M4+M5.

Tabel 8 memperlihatkan data *makespan* alternatif satu (1) dari literasi M1+M2+M3 dan M3+M4+M5.

Tabel 9 memperlihatkan data *makespan* alternatif satu (1) dari literasi M1+M2+M3+M4 dan M2+M3+M4+M5.

Daftar Pustaka

- Arman, H. N. (1999). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Surabaya: Penerbit Guna Widya.
- Baker, K. R. (1974). *Introduction to Sequencing and Scheduling*. America: John Wiley and Son Inc.
- Baker, K. R. (2001). *Elements of Sequencing & Scheduling*. Hanover: Tuck School of Business.
- David D. Bedworth. (1987). *Integrated Production Control Systems, Management, Analysis, Design*, New York: John Wiley and Son Inc.
- Ginting, R. (2009). *Penjadwalan Mesin*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Pinedo, M. (1995). *Scheduling , Theory, Algorithms, and Systems*. New Jersey : Prentice Hall.
- Thomas, E. M. (1993). *Heuristic Scheduling System*. New York : John Wiley and Son Inc.

Tabel 10. *Summary* nilai *Makespan* dan *Flowtime* dari empat (4) literasi

Literasi	Alternatif	Urutan Job								Makespan	Total Flow Time	Hasil
1	1	3	6	7	2	1	5	4		69	344	Optimal
	2	3	6	7	2	5	1	4		70	345	
2	1	2	3	6	4	5	1	7		69	357	
	2	2	3	6	4	5	7	1		70	361	
	3	2	3	6	5	4	1	7		69	360	
	4	2	3	6	5	4	7	1		70	361	
3	1	6	3	2	4	5	1	7		69	346	
4	1	3	2	1	4	6	5	7		71	351	